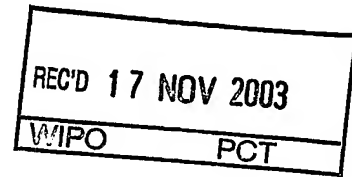


10/533487

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP03/12177 APR 2004



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 51 119.5  
**Anmeldetag:** 02. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Diehl Munitionssysteme GmbH & Co KG,  
Röthenbach a d Pegnitz/DE  
**Bezeichnung:** Magnesiumwerkstoff und Verwendungen desselben  
**IPC:** C 22 C 1/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Diehl Munitionssysteme GmbH & Co. KG., Fischbachstr.16 , 90552 Röthenbach

Magnesiumwerkstoff und Verwendungen desselben

Die Erfindung betrifft einen Magnesiumwerkstoff (nachfolgend Mg-Werkstoff genannt) gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie Verwendungen desselben.

Um Mg-Werkstoffe mit einer C-Langfaser-Verstärkung technisch nutzbar zu machen, ist es notwendig, daß ihre Festigkeit quer zur Faserrichtung erheblich verbessert ist. Zu diesem Zwecke muß eine verbesserte Anbindung der Kohlenstoffasern (C-Fasern) an die Matrix erfolgen. Desweiteren muß vermieden werden, daß Legierungselemente der Matrix an den Fasern örtlich relativ grobe chemische Reaktionsprodukte bilden, weil solche Reaktionsprodukte als Reiß-Starter wirken und die mechanische Festigkeit herabsetzen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Mg-Werkstoff der eingangs genannten Art zu schaffen, dessen Festigkeit quer zur Faserrichtung erheblich verbessert ist, wobei an den Fasern relativ grobe chemische Reaktionsprodukte bildende Legierungselemente der Matrix vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausbildungen des erfindungsgemäßen Mg-Werkstoffes sind in den Ansprüchen 2 bis 8 gekennzeichnet.

5

Erfindungsgemäße Verwendungen des erfindungsgemäßen Mg-Werkstoffes sind in den Patentansprüchen 9 bis 11 beansprucht.

Erfindungsgemäß sind die C-Langfasern mit einer dünnen Schicht versehen, die die folgenden Aufgaben erfüllt:

10

Mindestens ein Element des Schichtwerkstoffes bildet mit der jeweiligen C-Langfaser eine dünne, ausreichend homogene chemische Reaktionsschicht;

15 die dünne Schicht wirkt als Diffusionsbarriere in der Weise, daß die lokale Bildung relativ grober chemischer Reaktionsprodukte von Legierungselementen der Matrix an den C-Langfasern verhindert wird; und

mindestens ein Element des Werkstoffes der dünnen Schicht bildet eine  
20 intermetallische bzw. intermediäre Verbindung oder Mischkristallzone mit der Matrix.

Bei dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff ist der Schichtwerkstoff zweckmäßigerweise von Karbidbildnern gebildet. Hierbei kann es sich z.B. um Al,  
25 Cr, Ti, Ta, Nb, Hf, Zr oder um Legierungen beispielsweise auf Ni-Basis handeln, die Karbidbildner enthalten.

Die dünne Schicht der C-Langfasern kann durch PVD-Verfahren (physical vapor depositon) oder durch CVD-Verfahren (chemical vapor deposition) hergestellt sein. Bei dem PVD-Verfahren handelt es sich vorzugsweise um Sputtern. Bei dem CVD-Verfahren kann es sich um ein galvanisches, naßchemisches oder stromlos elektrochemisches Verfahren handeln.

Die dünne Schicht der C-Langfasern kann eine Dicke im Bereich zwischen einigen nm und einigen  $\mu\text{m}$  aufweisen.

Der erfindungsgemäße Mg-Werkstoff weist den Vorteil einer hinreichenden Querfestigkeit auf, während bekannte C-faserverstärkte Mg-Werkstoffe praktisch nicht eingesetzt werden, weil ihre Festigkeit quer zur Faserrichtung zu gering ist.

Erfindungsgemäß kann der erfindungsgemäße Mg-Werkstoff aus einer Matrix mit einer C-Langfaser-Verstärkung zur Herstellung von Kolben von Verbrennungsmotoren Verwendung finden. Herkömmliche Kolben von Verbrennungsmotoren bestehen üblicherweise aus Stahl oder einer Al-Legierung. Eine erwünschte Gewichtsreduktion im Vergleich zu Kolben aus Stahl oder aus Al-Legierungen ist durch die Verwendung von Mg-Legierungen realisierbar. Diese besitzen jedoch bislang keine ausreichende Festigkeit, Steifigkeit und Kriechbeständigkeit. Eine geringe Festigkeitssteigerung ist bekanntermaßen erzielbar, wenn solche Mg-Legierungen mit Kurzfasern oder mit geeigneten Partikeln verstärkt sind. Auch diese geringe Festigkeitssteigerung ist jedoch noch nicht ausreichend. Eine ausreichende Festigkeit, Steifigkeit und Kriechbeständigkeit wird erst mit dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff aus einer Matrix mit einer C-Langfaser-Verstärkung erreicht, wobei die C-Langfasern mit einer dünnen Schicht der oben genannten Art versehen sind. Bei dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff ist die Grenzflächenfestigkeit zwischen den C-

Langfasern und der Matrix optimiert. Durch geeignete Gestaltung und Faseranordnung kann bei Verwendung des erfindungsgemäßen Mg-Werkstoffes bei Kolben von Verbrennungsmotoren eine Gewichtseinsparung von bis zu 30% erreicht werden. Der erfindungsgemäße Verbundwerkstoff aus der Matrix und der C-Langfaser-Verstärkung weist in den kritischen Bereichen und Richtungen eines Verbrennungsmotor-Kolbens Festigkeiten auf, die denen hochfester Al-Legierungen vergleichbar sind. Die Steifigkeiten sind sogar höher als die hochfester Al-Legierungen. Krafteinleitungsbereiche wie beispielsweise die Lageraugen für Kolbenbolzen, Nuten für Kolbenringe und gegebenenfalls Kolbenböden bzw. Brennkammern können als Inserts ausgebildet werden, die ihrerseits aus härtesten Metallegierungen oder aus Verbundwerkstoffen hergestellt sein können und die mit dem Bauteil aus dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff einen formschlüssigen und/oder einen stoffschlüssigen Verbund bilden.

Der erfindungsgemäße Mg-Werkstoff aus einer Matrix mit einer C-Langfaser-Verstärkung, wobei die C-Langfasern mit einer dünnen Schicht versehen sind, wie sie oben beschrieben worden ist, kann erfindungsgemäß auch zur Herstellung von Pleuelstangen von Verbrennungsmotoren Verwendung finden. Die z.Zt. in Verbrennungsmotoren eingesetzten Pleuelstangen bestehen üblicherweise aus Stahl oder aus einer Ti-Legierung. Es wurden auch bereits Versuche mit GFK- und CFK-Pleuelstangen unternommen. Eine Gewichtsreduktion im Vergleich zu Pleuelstangen aus Stahl oder Ti-Legierungen kann durch die Verwendung von Mg-Legierungen realisiert werden. Diese besitzen jedoch keine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit. Eine geringe Festigkeitssteigerung ist möglich, wenn solche Mg-Legierungen mit Kurzfasern oder mit Partikeln verstärkt werden. Auch eine solche Festigkeitssteigerung ist jedoch noch nicht ausreichend. Eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit ergibt sich erst durch die Verwendung des

erfindungsgemäßen Mg-Werkstoffs aus einer Matrix mit einer C-Langfaser-Verstärkung mit einer dünnen Schicht, wie sie oben beschrieben worden ist, durch die die Grenzflächenfestigkeit zwischen der Matrix und den C-Langfasern optimiert wird. Durch geeignete Gestaltung und Faseranordnung kann mit dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff bei Pleuelstangen eine Gewichtseinsparung von bis zu 70% erreicht werden. Der erfindungsgemäße Mg-Werkstoff weist in den kritischen Bereichen und Richtungen von Pleuelstangen Festigkeiten auf, die denen von hochfesten Al-Legierungen vergleichbar sind. Die Steifigkeiten sind sogar höher als die von Ti-Legierungen. Kraffteinleitungsbereiche wie die Lageraugen für die Pleuellagerbolzen und für die Pleuellagerzapfen können als Inserts ausgeführt werden, die ihrerseits aus höherfesten Metallegierungen oder aus Verbundwerkstoffen hergestellt sein können. Diese Inserts können mit dem Bauteil aus dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff einen formschlüssigen und/oder einen stoffschlüssigen Verbund bilden.

Der erfindungsgemäße Mg-Werkstoff kann erfindungsgemäß auch zur Herstellung von Pleuellagern für unterkalibrige Geschosse Verwendung finden. Bekannte Pleuellager bestehen üblicherweise aus hochfesten Al-Legierungen. Eine Gewichtsreduktion kann bei solchen Pleuellagern durch die Verwendung von Mg-Legierungen erreicht werden. Die bekannten Mg-Legierungen besitzen jedoch keine ausreichende mechanische Festigkeit. Mit Kurzfaserver- oder Partikelverstärkungen sind bei bekannten Mg-Legierungen nur geringe Festigkeitssteigerungen möglich. Hier schafft der erfindungsgemäße Mg-Werkstoff Abhilfe, so daß durch geeignete Gestaltung und Faseranordnung des erfindungsgemäßen Mg-Werkstoffes eine Gewichtseinsparung von ca. 20 bis 30% erreicht werden kann. Der erfindungsgemäße Mg-Verbundwerkstoff mit C-Langfaserverstärkung mit der dünnen Beschichtung, wie sie eingangs beschrieben worden ist, weist in kritischen Bereichen und Richtungen Festigkeiten auf, die den

5 kritischen Bereichen und Richtungen Festigkeiten auf, die den Festigkeiten hochfester Al-Legierungen vergleichbar sind. Die Steifigkeiten sind sogar höher als die hochfester Al-Legierungen. Krafteinleitungsbereiche wie z.B. Gewinde zum Penetrator können als Inserts gestaltet sein, die ihrerseits aus höherfesten Metallegierungen oder aus Verbundwerkstoffen hergestellt sein können und die mit dem Bauteil, d.h. dem Treibspiegel aus dem erfindungsgemäßen Mg-Werkstoff formschlüssig und/oder stoffschlüssig verbunden sein können.

Diehl Munitionssysteme GmbH & Co. KG., Fischbachstr.16 , 90552 Röthenbach

Ansprüche:

1. Mg-Werkstoff aus einer Matrix mit einer C-Langfaser-Verstärkung,  
15      d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
         daß die C-Langfasern mit einer dünnen Schicht versehen sind, wobei  
         mindestens ein Element des Schichtwerkstoffes eine homogene chemische  
         Reaktionsschicht mit der jeweiligen C-Langfaser bildet, und die dünne Schicht  
         eine Diffusionsbarriere bildet, so daß die lokale Bildung relativ grober  
20      chemischer Reaktionsprodukte von Legierungselementen aus der Matrix mit  
         den C-Langfasern verhindert wird.
2. Mg-Werkstoff nach Anspruch 1,  
         d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,  
25      daß der Schichtwerkstoff der dünnen Schicht von Karbidbildnern gebildet ist.
3. Mg-Werkstoff nach Anspruch 2,  
         d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t ,



daß der Schichtwerkstoff der dünnen Schicht von Al, Cr, Ti, Ta, Nb, Hf, Zr gebildet ist.

4. Mg-Werkstoff nach Anspruch 2,

5     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß der Schichtwerkstoff der dünnen Schicht von Legierungen auf Ni-Basis,  
die Karbidbildner enthalten, gebildet ist.

5. Mg-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

9     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die dünne Schicht durch PVD- oder durch CVD-Verfahren hergestellt  
wird.

6. Mg-Werkstoff nach Anspruch 5,

15    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die dünne Schicht durch Sputtern auf die C-Langfasern aufgebracht wird.

7. Mg-Werkstoff nach Anspruch 5,

20    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die dünne Schicht galvanisch, naßchemisch oder stromlos elektrochemisch  
auf die C-Langfasern aufgebracht wird.

8. Mg-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

25    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die dünne Schicht eine Dicke im Bereich zwischen einigen nm und einigen  
µm aufweist.

9. Verwendung eines Mg-Werkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von Kolben von Verbrennungsmotoren.
10. Verwendung eines Mg-Werkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur  
5 Herstellung von Pleuelstangen von Verbrennungsmotoren.
11. Verwendung eines Mg-Werkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von Treibspiegeln für unterkalibrige Geschosse.

Diehl Munitionssysteme GmbH & Co. KG., Fischbachstr.16 , 90552 Röthenbach

Zusammenfassung:

Es wird ein Mg-Werkstoff aus einer Matrix mit einer C-Langfaser-Verstärkung beschrieben, wobei zur Verbesserung der Festigkeit des Werkstoffs quer zur Faserrichtung die C-Langfasern mit einer dünnen Schicht versehen sind, wobei  
15 mindestens ein Element des Schichtwerkstoffes der dünnen Schicht eine homogene chemische Reaktionsschicht mit der jeweiligen C-Langfaser bildet, und wobei die dünne Schicht eine Diffusionsbarriere bildet, so daß die lokale Bildung relativ grober chemischer Reaktionsprodukte von Legierungselementen aus der  
20 Matrix mit den C-Langfasern, die als Riß-Starter wirken, verhindert wird. Außerdem werden Verwendungen des erfindungsgemäßen Mg-Werkstoffes beschrieben.